

بسمه تعالی

وزارت جهاد کشاورزی

معاونت بهبود تولیدات گیاهی

کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند و روش های استاندارد تعیین افت و عیار سنجی

دوره آموزشی کیفیت تکنولوژیکی و عیار سنجی چغندر قند

قزوین ۷ و ۸ مهر ماه ۱۳۹۲

تهیه و تدوین: محمد عبد اللهیان نوقابی

(عضو هیات علمی موسسه تحقیقات چغندر قند)

۱ - کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند

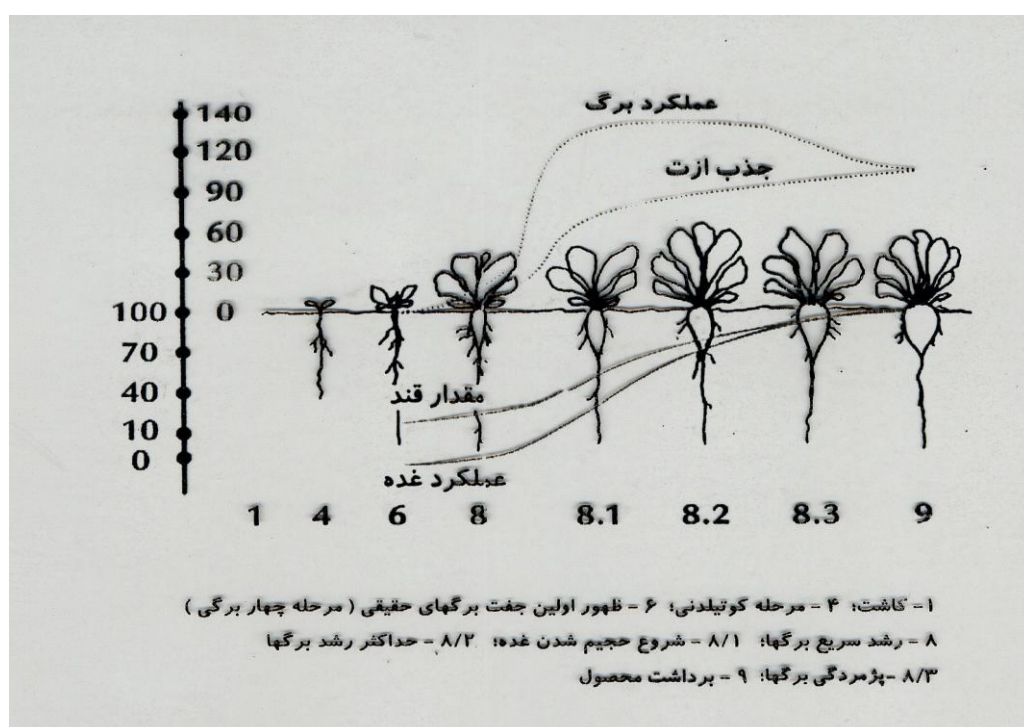
۱ + - مقدمه

کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند از مقوله هایی است که در زراعت چغندر قند و صنعت قند کشور به طور جامع مورد توجه کافی واقع نشده است. حتی در متون دانشگاهی و سرفصل های دروس رشته های کشاورزی موارد معدودی در این رابطه یافت می شود. اینها باعث شده است که آشنایی کشاورزان و دست اندرکاران تولید و ترویج این گیاه صنعتی با کیفیت تکنولوژیکی آن محدود شده و در برخی موارد دیدگاه و برداشت کشاورز از واقعیت کیفیت تکنولوژیکی، متضاد با آنچه باشد که در مزرعه تولید شده و در کارخانه قند خریداری و مصرف می شود. به عنوان مثال تولید ریشه چغندر قند با وزن بیش از یک کیلوگرم که برای بسیاری از کشاورزان به نوعی موفقیت محسوب می شود نوعی تضاد با کیفیت تکنولوژیکی دارد. زیرا اولاً هر چه ریشه چغندر قند بزرگتر باشد نه تنها عیار آن کاهش می یابد بلکه غلظت ناخالصی های عمده از قبیل پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره آن افزایش می یابد. از طرف دیگر، با توجه به اینکه در سیستم فعلی خرید چغندر قند فقط وزن ریشه و درصد قند مبنای پرداخت بهای چغندر قند است و برای تولید ریشه چغندر قند با ناخالصی کم و کیفیت تکنولوژیکی مطلوب هیچ گونه راهکار تشویقی نیز اعمال نمی شود لذا انگیزه و تمایلی در بین کشاورزان برای تولید چغندر قند با کیفیت تکنولوژیکی مطلوب وجود ندارد.

ضایعات حین مراحل برداشت، بارگیری، حمل و تحویل چغندر قند بخش عمده ای از ضایعات کمی و کیفی این محصول است. با توجه به ویژگیهای خاص این مراحل و ضایعاتی که بطور مستقیم و غیرمستقیم به ریشه چغندر قند وارد می گردد نهایتاً سبب می شود مقدار ساکارز ذخیره شده در ریشه کاهش یافته و مقدار باقیمانده نیز بطور کامل استحصال نگردد. آمار و ارقام نشان می دهد که میانگین ضایعات چغندر قند تنها در مرحله سیلوی کارخانه های قند و شکر کشور طی پنج ساله برنامه اول (۷۳-۱۳۶۹) و دوم (۷۸-۱۳۷۴) بترتیب معادل ۲۱۸۸۹۲ و ۱۵۲۷۶۹ تن چغندر قند بوده است. با احتساب عیار متوسط ۱۶۵۰٪ طی این مدت به ترتیب ۳۶۱۱۷ و ۲۵۲۰۷ تن شکر عملاً از فرآیند استحصال خارج و به هدر رفته است.

بنابراین در ارتباط با کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند و ضایعات آن لازم است نگاهی جامع و مبتنی بر این اصل داشت که کیفیت چغندر قند و به عبارت دیگر قند سازی در مزرعه صورت می گیرد (شکل ۱) و در کارخانه قند عمل قند گیری از ریشه چغندر قند انجام می شود. به طور کلی، در مقوله کیفیت

تکنولوژیکی چغندر قند می توان نگرش " از بذر تا شکر" در بخش کشاورزی و صنعت قند کشور را مطرح نمود که لازم است بطور علمی و جامع به آن پرداخت شود. از این دیدگاه، کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند مجموعه ای از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ریشه ذخیره ای چغندر قند است که به صورت پتانسیل ژنتیکی در ارقام اصلاح شده نهفته است و تحت شرایط اقلیمی و اکولوژیکی هر منطقه و متاثر از تکنیک های زراعی تهیه بستر بذر، کاشت و داشت چغندر قند در مزرعه شکل می گیرد و پس از برداشت و انتقال به کارخانه قند طی فرآیند استحصال شکر از ریشه چغندر قند به مرحله ظهور می رسد.



شکل ۱- نحوه رشد و تغییرات عملکرد کمی و کیفی چغندر قند در مزرعه

۱ ۴ - عوامل موثر بر کیفیت چغندر قند

با توجه به تعریف کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند، عوامل موثر بر کیفیت را می توان به پنج گروه به شرح ذیل تقسیم نمود:

• پتانسیل ژنتیکی ارقام چغندر قند

- شرایط اقلیمی، محل و سال تولید چغندر قند
- خاکورزی و تهیه بستر بذر، کاشت، تراکم و توزیع بوته، آبیاری، تغذیه، آفات-امراض و علف هرز
- چگونگی عملیات برداشت، بارگیری، حمل و نگهداری در سیلوی کارخانه
- کارایی فرآیند استحصال شکر از چغندر قند

۱-۲-۱- پتانسیل ژنتیکی ارقام چغندر قند

ارقام تجارتي چغندر قند که با ویژگیها و خصوصیات ژنتیکی مختلفی اصلاح شده و به بازار عرضه می شوند با توجه به تیپ قندی یا محصولی و همچنین سطح پلوئیدی و به طور کلی با توجه به خصوصیات ژنتیکی که دارند از لحاظ کیفیت تکنولوژیکی متفاوت می باشند. این ارقام وقتی که در شرایطی با محدودیت های خاص مثل عوامل بیماریزا یا شرایط نامطلوب محیطی قرار می گیرند تفاوت بین ارقام متحمل نسبت به ارقام معمولی بسیار قابل ملاحظه خواهد بود. اصلاح و معرفی ارقام جدید هیبرید منورم با عملکرد ریشه و عیار قند بالا و دارای ناخالصی کم از اهداف عمده و اصلی تمام شرکتها و مؤسسات تولید بذر می باشد.

نتایج تحقیقی در خصوص بررسی خصوصیات کمی و کیفی اجزاء ریشه در ارقام مختلف نشان داد از لحاظ کمی، سهم قسمت سر ۱/۴٪، طوقه ۶/۷٪ و قسمت اصلی ریشه ۹۱/۹٪ وزن کل ریشه را تشکیل می دهند. متوسط عیار چغندر قند در قسمت سر ۶/۹۲٪ ولی با اندکی فاصله در قسمت ریشه عیار معادل ۱۶۷۰٪ می باشد. از لحاظ مقدار ناخالصی های سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره نیز به ترتیب بیشترین مقدار ناخالصی ها در قسمت سر و سپس طوقه وجود دارد. در نتیجه ضریب استحصال شکر در قسمت سر ۲۴ درصد، در طوقه ۵۷ درصد و در ریشه معادل ۷۸ درصد است. ارقام چغندر قند مورد بررسی در این پژوهش از لحاظ سهم سر در سه گروه دارای سهم سر کم (کمتر از ۱٪) شامل دروتی و زرقان، ارقام با سهم سر متوسط (بین ۱ تا ۱/۶ درصد)، شامل شیرین، BR1، گدوک، جلگه و رسول و ارقام دارای سهم سر زیاد (بیشتر از ۱/۶ درصد) شامل IC، هیبرید ۲۷۶ و ۷۲۳۳ قرار گرفته اند.

کمترین سهم طوقه (۰.۵٪) در رقم شیرین و بیشترین سهم طوقه (۸.۵٪) مربوط به رقم ۷۲۳۳ بود. سهم وزنی قسمت سر و طوقه در کشور ما اهمیت خاصی دارد زیرا شرایط آب و هوایی مناطقی مانند دشت مغان به گونه ای است که گیاه چغندر قند در طول دوره رشد برگ های جدید تولید می کند. با رویش هر برگ جدید قسمت طوقه بزرگتر شده و سهم وزنی آن افزایش می یابد.

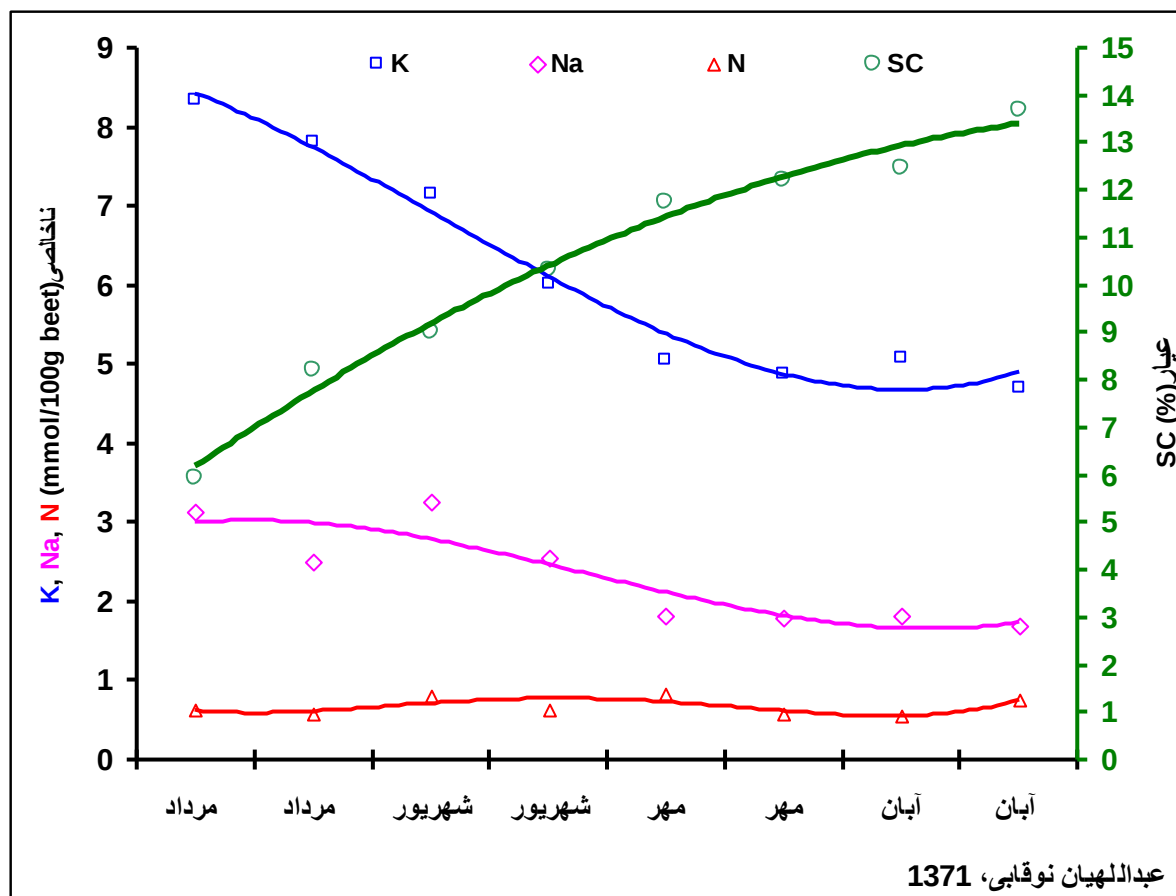
۱-۲-۲- شرایط اقلیمی، محل و سال تولید چغندر قند

شرایط اقلیمی و آب و هوایی هر منطقه روی درصد قند و همچنین روی غلظت ناخالصی ها و نهایتاً روی کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند تاثیر گذار است. نتایج میانگین تجزیه کیفی تعداد کثیری از نمونه های چغندر قند در برخی از استان های کشور در سال ۱۳۸۰ نشان داد که میانگین درصد قند، غلظت پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره به ترتیب حدود ۱۷/۵٪ و ۶/۴، ۲/۸ و ۴/۰ میلی مول در یکصد گرم خمیر چغندر قند است (جداول ۱، ۲، ۳ و ۴). در مناطق مختلف کشور نیز تفاوت های قابل ملاحظه ای از لحاظ درصد قند و همچنین غلظت ناخالصیها وجود دارد. متوسط درصد قند در مناطق سرد و کوهستانی استان چهار محال و بختیاری و مناطق نیمه خشک استان اصفهان به ترتیب ۱۸/۲۵ و ۱۵/۷۳ درصد و همچنین میانگین غلظت سدیم در مناطق سرد و کوهستانی این دو استان به ترتیب ۱/۸۷ و ۴/۵۵ میلی مول در یکصد گرم خمیر چغندر قند گزارش شده است.

طی فصل رشد چغندر قند در هر منطقه نیز عیار و غلظت ناخالصی ها تغییر می ن ماید. تغییرات همزمان عیار و غلظت پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره در شکل ۲ ارائه شده است. در بین ناخالصی ها، بیشترین مقدار مربوط به پتاسیم است. مقدار پتاسیم در اوایل دوره رشد در بیشترین مقدار بوده و طی فصل رشد به سرعت کاهش می یابد. غلظت سدیم در حد کمتری است ولی مشابه پتاسیم طی فصل رشد به تدریج کاهش پیدا می کند. نیتروژن مضره در مقایسه با دو عنصر مذکور غلظت کمتری داشته و طی فصل رشد نیز تغییرات محدودی دارد. به طور کلی، همزمان با کاهش غلظت پتاسیم و سدیم، درصد قند چغندر قند نیز افزایش یافته و در پایان فصل در ح د نسبتاً ثابتی باقی می ماند (شکل ۲) که زمان مناسب برداشت محصول می باشد.

نتایج تحقیقی که روی کیفیت تعداد کثیری از محموله های چغندر قند تحویلی به برخی کارخانه های قند کشور طی سال های اخیر انجام شد نشان داد که بین غلظت سدیم با درصد قند چغندر قند یک رابطه منفی

و معنی دار وجود دارد. اگر عیار مطلوب چغندر قند را بین ۱۶ تا ۱۸ درصد در نظر بگیریم، طبق نتایج بدست آمده در این تحقیق، عیار های بالاتر از ۱۶ درصد در شرایطی بدست می آید که غلظت سدیم در ریشه چغندر قند کمتر از ۲/۵ میلی مول در یکصد گرم خمیر چغندر قند باشد. بنابراین برای بهبود کیفیت چغندر قند ضرورت دارد در بین ناخالصی های عمده به غلظت سدیم در شرایط اقلیمی ایران توجه خاصی مبذول گردد.



شکل ۲- نحوه تغییرات همزمان ناخالصی ها و عیار چغندر قند طی فصل رشد

۱-۲-۳- خاکورزی و تهیه بستر بذر، کاشت، تراکم و توزیع بوته، آبیاری، تغذیه، آفات-امراض و علف

های هرز

بدلیل عدم رعایت دقیق مسایل به زراعی و نهایتاً عدم دستیابی به تراکم و توزیع بوته مطلوب (حدود ۸۰-۱۰۰ هزار بوته در هکتار)، بین ریشه های تولیدی در مزرعه تفاوت وزنی بسیار زیادی وجود دارد و غلظت ناخالصیها (مخصوصاً سدیم) نیز در حد نسبتاً بالایی می باشد. میزان سدیم در چغندرهای ایران حدود ۳ میلی مول در یکصد گرم خمیر چغندر قند که در مقایسه با اروپا حدود ۲ واحد بیشتر است (جدول ۳). تاثیر نحوه عملیات زراعی در طول دوره رشد نهایتاً روی تراکم بوته در واحد سطح ظاهر خواهد شد. به عبارتی اگر در آخر فصل تراکم بوته و چگونگی توزیع بوته ها در مزرعه ای مشخص گردد به طور غیر مستقیم میتوان به نحوه مدیریت عملیات زراعی در آن مزرعه پی برد. بهترین صفت در این ارتباط میانگین وزن تک ریشه و انحراف معیار آن است که به راحتی در واحد عیار سنج کارخانه های قند کشور قابل اندازه گیری می باشد.

تکنیک های زراعی از قبیل تاریخ کاشت، تراکم بوته، آبیاری و تغذیه ب طور مستقیم روی وزن تک ریشه چغندر قند تاثیر می گذارند. نتایج تحقیقات نشان می دهد که به طور متوسط به ازاء هر یک روز زود کاشتن چغندر قند در فاصله فروردین تا تیر ماه، حدود ۰/۸ تن در هکتار عملکرد ریشه افزایش می یابد. با افزایش تراکم بوته از ۱۹ هزار به ۱۴۷ هزار بوته در هکتار، وزن تک ریشه از ۲۵۰۶ به ۳۶۲ گرم کاهش، ولی درصد قند در قسمت ریشه در تراکم ۱۴۷۰۰۰ معادل ۱/۴۸٪ بیشتر از تراکم ۱۹۰۰۰ بوته در هکتار بود. سهم وزنی طوقه در ریشه های ریز تولید شده در تراکم زیاد حدود ۸٪ کمتر از آن در تراکم کم بود. نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که وقتی تراکم بوته از ۸۰۰۰۰ به ۴۰۰۰۰ بوته در هکتار کاهش یابد درصد قند کاهش و غلظت نیتروژن مضره افزایش و نهایتاً ضریب استحصال شکر نیز کاهش می یابد.

نتایج بدست آمده از تحقیقی در انگلستان نشان میدهد که سهم وزنی طوقه ارقام اصلاح شده فعلی دنیا نسبت به دهه ۷۰ میلادی کمتر شده است (حدود ۷۰ گرم نسبت به ۱۳۰ گرم در هر کیلوگرم چغندر قند) ولی سهم کیفی (درصد قند) و غلظت ناخالصی ها (پتاسیم، سدیم، ازت مضره، رافینوز، بتائین و قندهای انورت) در قسمتهای مختلف ریشه ذخیره ای تغییر محسوسی نکرده است.

البته با گذشت زمان، ضمن استفاده از ارقام اصلاح شده جدید و همچنین بکارگیری تکنیکهای زراعی و مدیریت مناسب مزرعه زمینه بهبود کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند فراهم شده است. (بعنوان مثال در

شرایط اقلیمی کشور آلمان میزان ناخالصی های موجود در ریشه چغندر قند در دهه نود نسبت به دهه هفتاد میلادی کاهش یافته است. بطوریکه میانگین غلظت پتاسیم از ۶/۳۸ به ۴/۸۱، سدیم از ۰/۹۸ به ۰/۵۸ و نیتروژن مضره از ۲/۶۱ به ۲/۵۱ میلی مول در یکصد گرم خمی چغندر قند کاهش یافت (جداول ۲، ۳ و ۴).

۱-۳-۲-۱- تاثیر عناصر غذایی بر کیفیت چغندر قند

مصرف کود نیتروژن در کیفیت چغندر قند نقش اساسی دارد. مصرف زیاد نیتروژن از دو راه موجب زیان می گردد. یکی از طریق پایین آوردن درجه خلوص شربت و ضریب کریستالیزاسیون در کارخانه قند و افزایش ضریب قلیائیت و دیگری از طریق مصرف لوکس نیتروژن و تحریک گیاه به رشد رویشی مجدد و مصرف ساکارز ذخیره شده در ریشه چغندر قند.

در چندین بررسی مشخص شده است که زیادی نیتروژن موجود در خاک در طول دوره رشد به خصوص در اواخر مرحله رشد باعث کاهش کیفیت چغندر قند می شود. اکثر محققین با این نظریه موافق هستند که ۶ هفته قبل از برداشت بایستی چغندر قند کیفیت بالایی داشته باشد و در این زمان چغندر قند باید علایم کمبود نیتروژن نشان دهد. همچنین مشخص شده است که کود نیتروژن به میزان بیشتر از نیاز گیاهی موجب رشد بیشتر اندام هوایی از طریق جذب بیشتر آب و در نهایت بر درصد قند تاثیر منفی می گذارد.

استفاده از توصیه کودی بر اساس نتایج آزمون تجزیه خاک و بافت گیاهی می تواند تولید قند و کیفیت ریشه را افزایش دهد. برای حداکثر بازده اقتصادی تولید چغندر قند، کود نیتروژن بایستی قبل از کشت یا در طول ابتدای فصل رشد در مقادیر مورد نیاز برای رشد بهینه گیاه و تولید قند که بر پایه آزمایش خاک پایه گذاری شده باشد، مصرف گردد. مصرف مقدار زیاد کود نیتروژن ضمن افزایش عملکرد ریشه باعث افزایش مقدار سدیم و نیتروژن مضره شده که در نهایت باعث کاهش ارزش ش تکنولوژیکی چغندر قند می شود. در کشورهای مختلف علی رغم وجود مقادیر متفاوت مصرف کودهای شیمیایی، شاهد بهبود مدیریت مصرف کودها مخصوصا نیتروژن در سال های اخیر هستیم بر اساس تحقیقات انجام شده در انگلستان مصرف کود نیتروژن در زراعت چغندر قند از ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار طی ۲۵ سال گذشته کاهش یافته است. مصرف مقدار زیاد کود نیتروژن ضمن افزایش عملکرد ریشه و مخصوصا افزایش سهم طوقه باعث افزایش مقدار سدیم و نیتروژن مضره شده که در نهایت باعث کاهش ارزش تکنولوژیکی چغندر قند می شود.

بعد از عنصر نیتروژن که بیشترین مصرف را در زراعت چغندر قند ایران دارد، کود های فسفره در مرتبه بعدی قرار دارد. بر اساس نتایج بدست آمده از پژوهشی در ۴۱ مزرعه تجارتي، کود فسفره هیچگونه تاثیری بر درصد قند و خلوص شربت نداشت. همچنین در مطالعه دیگری در انگلستان مشخص شده است که مصرف فسفر موجب افزایش درصد قند به مقدار اندک (0.2% + درصد) شده و بر خلوص شربت تاثیری نداشت. فسفر به دلیل مصرف زیاد آن طی سال های گذشته در مقادیر بالا در خاک های مزارع چغندر کاری کشور تجمع یافته و چغندر قند از نظر کمی و کیفی به آن عکس العمل نشان نمی دهد.

پتاسیم نیز از عناصر ضروری و مورد نیاز چغندر قند است که به علت عدم مصرف آن خاکهای زراعی شروع به نشان دادن کمبود علایم آن کرده اند. نتایج ۲۰۰ آزمایش نشان داد که چغندر قند نسبت به مصرف کودهای پتاسه در شرایط بالای سدیم آب و خاک (خاک هایی با شوری متوسط) واکنش نشان می دهد. برخی محققین معتقد هستند که در خاکهایی که پتاسیم قابل جذب آنها کمتر از ۳۰۰ قسمت در میلیون (ppm) است باید نسبت به مصرف کودهای پتاسه اقدام کرد. در امریکا مشخص شده است که در میان فاکتورهای مورد مطالعه، پتاسیم درصد قند را به صورت معنی داری افزایش می دهد اما هیچ تاثیری بر خلوص شربت ندارد.

۱-۲-۳-۲- تاثیر آفات، امراض و علف های هرز

از لحاظ تاثیر بیماری بر کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند، نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که آلودگی به برخی بیماریها از جمله بیماری ریزومانیا سبب افزایش غلظت سدیم و به میزان کمتری افزایش پتاسیم اما کاهش میزان نیتروژن مضره می گردد. بررسی های مربوط به وضعیت ناخالصیهای سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در آزمایشات مقایسه ارقام در مزارع سالم و آلوده به بیماریهای ریزومانیا، پوسیدگی ریشه و گال زگیلی در شرایط اقلیمی ایران نشان داد که میزان سدیم و نیتروژن مضره به شدت تحت تاثیر قرار گرفته حال آنکه پتاسیم تغییرات چندانی نداشته است. میزان سدیم در ارقام حساس و مقاوم به ریزومانیا در مزارع آلوده ۱/۲۵ تا ۲/۲۵ برابر بیشتر از زمانی است که همین ارقام در مزارع عاری از آلودگی کشت شده باشند. میزان نیتروژن مضره در ارقام مختلف در مزارع آلوده به ریزومانیا کاهش نشان داده است. بیماریهای پوسیدگی ریشه و گال زگیلی نیز باعث افزایش قابل ملاحظه میزان سدیم شده اند. بنابراین میتوان از

تغییرات میزان سدیم و نیتروژن مضره به عنوان شاخصی برای تشخیص مزارع و مناطق آلوده به بیماریها به ویژه بیماری مخرب ریزومانی بهره برد.

رقابت علفهای هرز با چغندر قند عمدتاً باعث کاهش عملکرد ریشه شده و روی غلظت ناخالصی ها تاثیر قابل ملاحظه ای ندارد ولی اکثر بیماری ها باعث کاهش درصد قند چغندر قند می شوند.

۱-۲-۴- چگونگی عملیات برداشت، بارگیری، حمل و نگهداری در سیلوی کارخانه

از لحاظ زمان برداشت، نتایج تحقیقات نشان داده است که بطور متوسط با تاخیر در برداشت از مهر به آذر ماه، وزن ریشه حدود ۱۰٪ افزایش یافت ولی حد اکثر درصد قند در آبان ماه تولید گردید. تاخیر در برداشت موجب کاهش غلظت قندهای انورت در تمام قسمتهای ریشه ذخیره ای گردید و لذا درجه خلوص شربت قسمت ریشه چغندرهای تازه در فاصله برداشت مهر تا آذر ماه حدود ۲٪ درصد افزایش یافت. نگهداری چغندر قند بمدت دو ماه در سیلو باعث کاهش درصد قند و افزایش غلظت نیتروژن مضره در قسمتهای سر، طوقه و ریشه گردید. سیلو نمودن چغندر قند باعث افزایش شدیدی در غلظت قندهای انورت مخصوصاً در قسمت سر شد. بطوریکه غلظت قندهای انورت در قسمت سر از ۱/۳۴۲ به ۲/۱۷۹ و در قسمت ریشه از ۰/۳۸۲ به ۰/۴۵۸ گرم در ۱۰۰ گرم شکر افزایش یافت. در نتیجه با توجه به رابطه منفی بین وزن تک ریشه و درصد قند آن از یک سو و همچنین روابط بین سهم وزنی، درصد قند و غلظت ناخالصیهای قسمتهای مختلف ریشه ذخیره ای با عواملی مثل تاریخ کاشت، نوع رقم، تراکم بوته، آبیاری، عناصر غذایی، زمان برداشت و سیلوی چغندر قند، لازم است به نقش این عوامل در کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند توجه و دقت بیشتری معطوف گردد.

حذف صحیح و دقیق قسمت سر و طوقه ریشه ذخیره ای چغندر قند از اهمیت زیادی برخوردار است. قسمت سر چغندر قند بعنوان بخش زائدی از چغندر قند باید حذف شود. حذف این قسمت اگرچه باعث کاهش وزن ریشه می شود ولی به لحاظ اینکه عیار چغندر قند و کیفیت آن بهبود می یابد لذا در مجموع نه تنها ضرری متوجه کشاورز نمی شود بلکه ضریب استحصال شکر در کارخانه قند نیز بهبود می یابد. در ارتباط با حذف طوقه لازم است در هنگام تنظیم دستگاه های برداشت دقت زیادی صورت گیرد، بطوریکه چنانچه حدود یک سانتی متر از قسمت طوقه حذف گردد حدود ۸٪ و اگر حدود دو سانتی متر از قسمت طوقه حذف گردد حدود ۱۸٪ کاهش وزن تک ریشه ایجاد می شود. بطور کلی، نتایج تحقیقات نشان داد

که اگر طوقه همراه چغندر قند تحویل کارخانه قند گردد، عملکرد شکر سفید حدود ۶٪ افزایش خواهد یافت. بنابراین در مناطقی که امکان دارد بهتو است طوقه همراه ریشه چغندر قند به کارخانه قند تحویل گردد. اما از آنجا که قسمت سر دارای مقادیر زیادی ناخالصی می باشد و ماندن آن بر روی ریشه ممکن است در بهترین شرایط تا ۲٪ موجب افزایش عملکرد شکر سفید گردد لذا بهتر است ریشه چغندر قند هنگام تحویل به کارخانه قند کاملاً سرزنی شده و سپس مصرف گردد. توصیه می گردد ضمن آموزش و معرفی دقیق قسمتهای مختلف ریشه ذخیره ای به کشاورزان و مامورین عیار سنجی، لزوم حذف دقیق قسمت سر چغندر قند جزو ضوابط دستورالعمل خرید چغندر قند قرار گیرد.

ضایعات حین برداشت بسته به نوع چغندرکن و شرایط مزرعه متفاوت است. با چغندرکن تراکتوری این تلفات بین ۲/۷ تا ۳/۷ تن در هکتار (معادل ۱۰٪ چغندر قند تولیدی در واحد سطح) در نوسان است. تلفات و ضایعات ناشی از برداشت مکانیزه با کمباین در ایران بین ۴ تا ۵ تن در هکتار معادل ۱۰٪ چغندر قند تولیدی در واحد سطح است. بنابراین در حال حاضر که سطح زیر کشت مکانیزه در کشور حدود ۱۰۰۰۰۰ هکتار می باشد و چنانچه فقط ۳۰٪ از سطح مذکور با کمباین برداشت گردد و میزان عملکرد ۴۰ تن در هکتار باشد از این بابت سالانه ۱۲۰۰۰۰ تن چغندر قند که معادل مصرف یک کارخانه با ظرفیت ۱۲۰۰ تنی است تلف می شود. البته این چغندر قند ها می تواند مورد تغذیه دام قرار گیرد لیکن آنچه از دست میرود قندی است که از فرآیند استحصال خارج میشود. در شرایطی که کمباین بدون نقص عمل نمایند این ضایعات به شدت کاهش می یابد. به عنوان مثال در کشور انگلستان تلفات ناشی از برداشت حدود ۳ تن در هکتار و معادل ۵٪ چغندر قند تولیدی در واحد سطح می باشد.

۱-۲-۵- کارایی فرآیند استحصال شکر از چغندر قند

ظرفیت اسمی کارخانه های قند کشور به مقدار ۶۷۷۵۰ تن در روز بر مبنای عیار ۱۸ درصد و درجه خلوص شربت غلیظ معادل ۹۳ درصد محاسبه و طراحی شده است. بدیهی است با کاهش درجه خلوص به ۸۸/۸ درصد، ظرفیت عملی کارخانه تا ۹۵ درصد ظرفیت اسمی کارخانه کاهش خواهد یافت. به همین دلیل است که کارکرد کارخانه های قند به طور متوسط بین ۳۸ تا ۹۳ درصد ظرفیت اسمی بوده است. بنابراین صرف نظر از توقف های مکانیکی و فنی در طول دوره بهره برداری بخاطر مشکلات عدم نگهداری مناسب خط تولید، متوسط عملکرد عملی کارخانه های قند طی سالهای گذشته برابر ۷۴ درصد بوده است.

این کاهش ظرفیت عملی و طولانی شدن دوره بهره برداری باعث ضایعات قندی می شود . بنابراین طبق آمار و اطلاعات موجود، کارخانه های قند آمادگی پذیرش و تحویل چغندر قند تا ظرفیت اسمی خود را ندارند و نتیجه آن بروز ضایعات قندی در سیلو ها است . علاوه بر این، ضایعات قندی فرآیند استحصال شکر در کارخانه (اختلاف بین عیار چغندر قند مصرفی و راندمان کارخانه) حدود ۴ درصد است که نسبت به ارقام استاندارد دنیا (حدود ۲ درصد) نزدیک به ۵۰٪ بیشتر می باشد.

جدول ۱- میانگین و دامنه تغییرات میزان عیار (%) ریشه چغندر قند در برخی از استانها در سال ۱۳۸۰ و در

یک دوره ۲۰ ساله در آلمان

مکان	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	CV%
خراسان	2570	7.95	23.40	17.67	1.89	11
اصفهان	3946	4.79	26.89	16.57	2.50	15
همدان	115	11.69	24.63	17.42	3.02	17
فارس	345	9.87	27.15	19.73	2.53	13
کرمانشاه	111	13.18	25.33	18.68	2.63	14
چهارمحال	476	11.69	23.97	18.08	1.63	9
میانگین مناطق	7563	-	-	17.23	-	-
آلمان 1974	58	10.78	20.74	16.43	1.97	12
آلمان 1993	60	12.97	20.34	17.69	1.42	8

جدول ۲- میانگین و دامنه تغییرات میزان پتاسیم (mmol/100g Beet) ریشه چغندر قند در

برخی از استانها در سال ۱۳۸۰ و در یک دوره ۲۰ ساله در آلمان

مکان	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	CV%
خراسان	2570	0.04	11.58	5.83	1.27	22
اصفهان	3946	3.27	12.78	6.57	1.13	17
همدان	115	4.43	10.69	6.27	1.04	17
فارس	345	4.97	11.78	7.70	1.41	18
کرمانشاه	111	4.29	9.59	6.02	1.00	17
چهارمحال	476	4.50	11.15	6.92	0.94	14
میانگین مناطق	7563	-	-	6.38	-	-
آلمان 1974	58	4.19	10.23	6.38	1.60	25
آلمان 1993	60	2.95	8.03	4.81	1.11	23

جدول ۳- میانگین و دامنه تغییرات میزان سدیم (mmol/100g Beet) ریشه چغندر قند در

برخی از استانها در سال ۱۳۸۰ و در یک دوره ۲۰ ساله در آلمان

تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	CV%	
2570	0.13	13.22	2.81	1.52	54	خراسان
3946	0.53	19.99	3.85	2.29	59	اصفهان
115	1.00	11.15	3.39	1.51	45	همدان
345	0.58	11.08	1.93	1.03	53	فارس
111	0.94	7.48	3.54	1.50	42	کرمانشاه
476	0.68	8.55	2.23	1.31	59	چهارمحال
7563	-	-	3.30	-	-	میانگین مناطق
58	0.35	5.48	0.98	0.82	84	آلمان 1974
60	0.13	2.10	0.58	0.44	75	آلمان 1993

جدول ۴- میانگین و دامنه تغییرات میزان نیتروژن مضره (mmol/100g Beet) ریشه چغندر قند در

برخی از استانها در سال ۱۳۸۰ و در یک دوره ۲۰ ساله در آلمان

تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	CV%	
2570	1.01	14.70	4.91	1.71	35	خراسان
3946	0.59	13.16	4.33	1.83	42	اصفهان
115	1.65	8.59	4.42	1.54	35	همدان
345	1.18	10.84	3.97	1.30	33	فارس
111	1.36	9.99	5.14	1.80	35	کرمانشاه
476	1.85	8.41	3.83	1.08	28	چهارمحال
7563	-	-	4.49	-	-	میانگین مناطق
58	0.93	5.14	2.61	0.81	31	آلمان 1974
60	0.80	5.62	2.54	0.48	19	آلمان 1993

تعیین خصوصیات کمی و کیفی و اندازه گیری صفت های بیان کننده عملکرد کمی و کیفی چغندر قند بخش مهمی از فرآیند تحقیقات آن است که معمولاً توسط روشهای اختصاصی انجام می گیرد. در این قسمت سعی شده است اصطلاحات و علائم اختصاری مربوط به صفت های کمی و کیفی چغندر قند که در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد جمع بندی و بیان گردد. ضمناً مفهوم کاربردی، روش اندازه گیری و یا نحوه محاسبه آن صفت ها همراه با واح د مربوطه ارائه گردیده است. متأسفانه استفاده غیر صحیح از بعضی اصطلاحات در گزارش های علمی و پژوهشی و پایان نامه های دانشجویی مشاهده می شود که این اصطلاحات در جدول ۵ تحت عنوان غلط مصطلح مشخص شده است. به عنوان مثال در برخی گزارش های علمی صفت ضریب استحصال شکر یا راندمان استحصال شکر (ردیف ۹ جدول ۵) به اشتباه تحت عنوان خلوص شربت و یا درجه خلوص شربت خام و با نام انگلیسی Purity یا Yield بکار برده شده است. انتظار بر این است مجموعه اصطلاحات و مفاهیم بیان کننده عملکرد کمی و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند که در جدول ۵ خلاصه و ارائه شده است مورد استفاده کارشناسان، محققین و دانشجویان دست اندر کار تحقیقات چغندر قند کشور قرار گیرد. استفاده از یکسری اصطلاحات تخصصی یکسان و با مفهوم و تعریف مشخص در ارتباط با عملکرد کمی و کیفی چغندر قند در گزارشهای علمی و پژوهشی طرحهای تحقیقاتی و همچنین مجلات علمی و پژوهشی تخصصی می تواند نقش مهمی در ترویج و کاربرد صحیح آنها در مجامع علمی و پژوهشی و دانشگاهی ایفا نماید.

جدول ۵- اصطلاحات و تعاریف بیان کننده کمی و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند

واحد Unit		روش اندازه گیری یا محاسبه	تعریف	علامت	عنوان * Title	
فارسی	English	Method of determination	Definition	اختصاری Symbol	فارسی	English
تن در هکتار	t. ha ⁻¹	وزن ریشه های برداشت شده از یک سطح مشخص زمین پس از شستشو (وزن خالص)	میزان عملکرد ریشه چغندر قند در واحد سطح (وزن تر ریشه چغندر قند)	RY	عملکرد ریشه	Root yield
گرم شکر در ۱۰۰	% in beet			SC	- درصد قند یا	
گرم چغندر قند	or	به روش پلاریمتری	مقدار شکر موجود در وزن تر ریشه چغندر قند	or	عیار (درصد قند ناخالص)	Sugar content
(%)	g sugar.100g beet ⁻¹ 1			(Pol)		
ناخالصی ها:						
میلی مول در ۱۰۰	mmol. 100g beet ⁻¹	- پتاسیم و سدیم به روش فلیم فتومتری	مقدار پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره	K	۱- پتاسیم	Impurities: - Potassium
گرم خمیر ریشه	or	- نیتروژن مضره به روش رنگ سنجی معروف به	موجود در ریشه چغندر قند	Na	۲- سدیم	- Sodium
چغندر قند	meq.100g beet ⁻¹	روش "عدد آبی"		α-N	۳- نیتروژن مضره	Amino-nitrogen

mg. 100g beet ⁻¹	میلی گرم در ۱۰۰		مجموع مقدار گلوکز و فروکتوز یا قندهای	RS	Reducing sugar	قند انورت	۴
or	گرم چغندر قند یا	به روش "انسیتوبرلین"	احیاء کننده موجود در ریشه چغندر قند	(I)	(Invert sugar)		
mg. 100g sugar ⁻¹	شکر						
% in beet	گرم شکر در ۱۰۰		مقدار شکر غیر قابل استحصال از ریشه				
or	گرم چغندر قند	بر اساس مقدار پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره به وسیله	چغندر قند	MS	Molasses sugar	قند ملاس	۵
g sugar.100g beet ⁻¹	(%)	یکی از فرمول های تجربی متداول برآورد می شود.	(قند ملاس به درصد چغندر قند)				

* عنوان های داخل پرانتز، غلط مصطلح می باشد که بهتر است استفاده نگردد

ادامه جدول ۵- اصطلاحات و تعاریف بیان کننده کمیّت و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند

۶	مقدار شکر سفید یا شکر قابل استحصال	White sugar content or	WSC	- مقدار شکر سفید موجود در ریشه چغندر قند که در کارخانه قابل استحصال است.	WSC = SC - (MS + 0.6*)	
					مقدار شکر سفید =	گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندر قند
۷	(درصد قند خالص)	Recoverable white sugar	RWS	- مقدار شکر قابل استحصال	درصد قند - (قند ملاس + ۰/۶)	
					* ضایعات شکر کارخانه قند معادل ۰/۶ در نظر گرفته شد.	
۷	(عملکرد قند ناخالص)	Sugar yield	SY	مقدار شکر تولید شده در واحد سطح در مزرعه (به صورت ساکاروز ذخیره شده در ریشه چغندر قند)	SY = SC × RY	
					عملکرد شکر = درصد قند × عملکرد ریشه	تن در هکتار
۸	سفید (عملکرد قند خالص)	White sugar yield	WSY	مقدار شکر قابل استحصال از چغندر قند در واحد سطح در مزرعه	WSY = WSC × RY	
					عملکرد شکر سفید = درصد شکر سفید × عملکرد ریشه	تن در هکتار

۹	- ضریب استحصال شکر یا راندمان استحصال	Extraction coefficient of sugar (Purity)	ECS (Yield)	در صد شکر سفید قابل استحصال از ساکاروز موجود در ریشه چغندر قند	ECS = (WSC ÷ SC) × 100		
					ضریب استحصال شکر = (درصد شکر سفید ÷ درصد قند) × ۱۰۰		
۱۰	ضریب قلیائیت	Alkalinity coefficient	Alc or AC	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به نیتروژن مضره موجود در ریشه چغندر قند	Alc = (K + Na) ÷ (α - N)		
					ضریب قلیائیت = (سدیم + پتاسیم) ÷ نیتروژن مضره		

* عنوان های داخل پرانتز، غلط مصطلح می باشد که بهتر است استفاده نگردد

ادامه جدول ۵- اصطلاحات و تعاریف بیان کننده کمی و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند

۱۱	مارک	Marc	Marc	مقدار مواد جامد (مواد خشبی) غیر محلول موجود در ریشه چغندر قند	وزن مواد خشبی موجود در ریشه چغندر قند پس از چهار مرحله عصاره گیری با آب جوش و خشک کردن در ۱۰۵ °C	چغندر قند گرم در ۱۰۰ گرم (%)	% in beet
۱۲	بریکس	Brix	Brix	غلظت مواد جامد محلول در عصاره ریشه چغندر قند	به روش رفراکتومتری	درصد از عصاره	% in extract
۱۳	- درجه خلوص شربت خام (کشیان)	Raw juice purity (Quotient)	RJP (Q)	نسبت مقدار شکر در کل مواد جامد محلول در عصاره چغندر قند	$RJP = (SC \times 100) \div Brix$	درصد از عصاره	% in extract
۱۴	نسبت پتاسیم به شکر	Potassium to sugar ratio	KSR (KS)	مقدار پتاسیم به ازاء ۱۰۰۰ گرم شکر موجود در ریشه چغندر قند	$KSR = (K \times 1000) \div SC$	میلی مول پتاسیم در ۱۰۰۰ گرم شکر	mmol K. 1000g sugar ⁻¹
۱۵	نسبت نیتروژن مضره به شکر	Amino nitrogen to sugar ratio	α -NSR (NS)	مقدار نیتروژن مضره به ازاء ۱۰۰۰ گرم شکر موجود در ریشه چغندر قند	$NSR = (\alpha\text{-N} \times 1000) \div SC$	میلی مول نیتروژن مضره در ۱۰۰۰ گرم شکر	mmol α -N. 1000g sugar ⁻¹

۱۶	نسبت سدیم به شکر	Sodium to sugar ratio	NaSR	مقدار سدیم به ازاء ۱۰۰۰ گرم شکر موجود در ریشه چغندر قند	$NaSR = (Na \times 1000) \div SC$	میلی مول سدیم در ۱۰۰۰ گرم شکر	mmol Na. 1000g sugar ⁻¹
۱۷	کارایی مصرف آب	Water use efficiency	WUE	عملکرد شکر به ازاء حجم آب مصرفی در مزرعه	$WUE = (SY \div WU) \times 1000$	کیلوگرم شکر به متر مکعب آب	Kg sugar. m ⁻³

* عنوان های داخل پرانتز، غلط مصطلح می باشد که بهتر است استفاده نگردد.

۱ ۴ - خرید چغندر قند بر مبنای کیفیت تکنولوژیکی

در حال حاضر تقریباً در تمام نقاط دنیا خرید چغندر قند در قالب عقد قرارداد بین چغندرکار و کارخانه قند و با لحاظ نمودن عیار (در صد ساکاروز موجود در ریشه چغندر قند) و در برخی کشورها مقدار ساکاروز قابل استحصال از ریشه یا به اصطلاح کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند انجام می شود. خرید چغندر قند در ایران از سال ۱۳۵۴ با نصب سیستم عیار سنج در ۳۲ کارخانه قند بر مبنای عیار و با استفاده از رابطه خطی (قیمت خرید چغندر قند = قیمت پایه $\times ۱۳ / (۳ - \text{عیار})$) برای چغندر قند کشت به ارضه و پاییزه در دامنه عیار ۱۰ تا ۲۴ درصد انجام می گیرد. در این فرمول فرض بر این است که مقدار ضایعات مجاز شکر برای کارخانه ها معادل ۳٪ و راندمان تجارتی استحصال شکر برابر ۱۳ درصد است. بررسی های انجام شده در کشور طی سال های ۸۱-۱۳۷۷ به تفکیک کارخانه های قند نشان داد که میانگین ضایعات قندی کشور معادل ۳/۸۶ درصد با انحراف معیار ۰/۶۶ و اختلاف بین حداقل (۲/۴۴ درصد) و حداکثر (۴/۸۱ درصد) ضایعات قندی طی دوره مذکور در کارخانه های مختلف برابر ۲/۳۷ درصد است. بنابراین ضایعات گزارش شده توسط کارخانه های قند با آنچه در فرمول خرید فرض شده است، تفاوت دارد و لازم است در این خصوص بررسی ها و مطالعات دقیق تری انجام شود. میانگین راندمان تجارتی استحصال شکر کارخانه های قند کشور طی همین دوره معادل ۱۱/۹۹ درصد با انحراف معیار ۱/۳۸ درصد و حداقل ۸/۱۶ درصد و حداکثر ۱۳/۹۶ درصد بود. در ضمن، بین کارخانه های قند مصرف کننده چغندر قند کشت پاییزه با بهاره از این لحاظ تفاوت قابل ملاحظه ای وجود داشت.

نتایج تحقیقی که در سالهای اخیر در مورد وضعیت کیفیت چغندر قند کشت پاییزه خوزستان و فرمول خرید چغندر قند انجام شد نشان داد که متوسط درصد رطوبت ریشه چغندر قند پاییزه خوزستان ۷۹ درصد است که نسبت به چغندر قند نرمال (۷۵ درصد آب یا ۲۵ درصد ماده خشک) معادل ۴ درصد ذخیره آب بیشتری دارد.

به طور کلی، با توجه به نتایج این پژوهش و در نظر گرفتن پتانسیل منطقه و با هدف افزایش متوسط عیار چغندر قند پاییزه خوزستان، فرمولی جدید با سه نوع ضریب متفاوت برای خرید چغندر قند در دامنه عیار بین ۱۰ تا ۲۴ درصد معرفی گردید. در این فرمول، نرخ خرید هر تن چغندر قند برای عیار های الف) بین ۱۰ تا ۱۴/۹ درصد: {قیمت پایه * (۱/۳۲۵ - (عیار * ۰/۱۵۵))}، ب) بین ۱۵ تا ۱۹/۹ درصد:

{قیمت پایه * ۰/۰۲۵ + (عیار * ۰/۰۶۵)} و ج (عیارهای مساوی و بزرگتر از ۲۰ درصد: {قیمت پایه * ۱/۳۲۵}) محاسبه می گردد.

به نظر می رسد کاربرد فرمول خرید غیر خطی جدید گامی موثر در جهت خرید چغندر قند بر مبنای کیفیت و در نتیجه افزایش راندمان کارخانه قند کشت پاییزه و در عین حال متضمن حمایت از کشاورزانی باشد که در قالب عقد قرارداد مشخص، ماده اولیه با کیفیت برتر تولید نمایند.

در اکثر کشورهای پیشرفته، خرید چغندر قند با توجه به کیفیت تکنولوژیکی آن از طریق اندازه گیری میزان ناخالصیهای عمده و برآورد میزان واقعی قند ملاس و نهایتاً براساس وزن ریشه و میزان قند قابل استحصال انجام می شود. جهت خرید بر مبنای کیفیت چغندر قند لازم است در هنگام ورود هر محموله چغندر قند به کارخانه قند با نمونه برداری از آن مقدار شکر سفیدی که از هر تن چغندر قند تحویلی به کارخانه قند تولید خواهد شد، مشخص نمود. لذا در واحد عیار سنجی کارخانه قند علاوه بر اندازه گیری عیار باید درصد قند ملاس از روی غلظت ناخالصی های موجود در ریشه چغندر قند تخمین زده شده و سپس درصد قند قابل استحصال از هر تن چغندر قند محاسبه گردد. ترکیبات معدنی و آلی مختلف موجود در ریشه چغندر قند که اصطلاحاً ناخالصی نامیده می شوند از طریق افزایش میزان قند ملاس باعث کاهش کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند می شوند. اساس کار و مبنای اولیه در خصوص رابطه قند ملاس با مقدار ناخالصی های سدیم و پتاسیم بر این اصل استوار است که وجود یک مول پتاسیم به علاوه سدیم در ریشه چغندر قند باعث می گردد در فرآیند استحصال شکر از چغندر قند، یک مول شکر وارد ملاس شده و در نتیجه به شکر سفید تبدیل نگردد. بر این اساس و با لحاظ نمودن نقش سایر عناصر ملاس را فرمول های تجربی متعددی (جدول ۶) طی قرن گذشته جهت برآورد میزان قند ملاس بر اساس میزان و نوع ناخالصی های موجود در ریشه چغندر قند در کشورهای مختلف ارائه شده است. در این فرمول ها بسته به شرایط اکولوژیکی منطقه، نوع رقم و همچنین تکنیک های زراعی کاشت، داشت و برداشت چغندر قند، نوع ناخالصی ملاس را و درجه تأثیر آن در تشکیل میزان ملاس متفاوت می باشد. به علاوه با گذشت زمان و انجام مطالعات بیشتر تغییراتی در فرمول های برآورد قند ملاس انجام شده است. به عنوان مثال در شرایط اقلیمی کشور آلمان در دهه هفتاد میلادی فرمول معروف راینفلد ب ه عنوان فرمول رسمی برآورد قند ملاس پذیرفته شد؛ لکن پس از گذشت حدود ۳۰ سال، تحقیقات محققین در همان شرایط اقلیمی نشان داد که میزان ناخالصی های موجود در ریشه چغندر قند نسبت به دهه هفتاد میلادی تغییر یافته است و لذا فرمول

جدید برانشویک در سال ۱۹۹۶ معرفی و در حال حاضر مورد استفاده قرار می گیرد. لازم به ذکر است که دامنه تغییرات مجاز غلظت هر یک از ناخالصی های پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره در فرمول معروف راینفلد برای پتاسیم بین ۴/۱۹ تا ۱۰/۲۳، سدیم بین ۰/۳۵ تا ۵/۴۸ و نیتروژن مضره بین ۰/۹۳ تا ۵/۱۴ میلی مول در یکصدگرم خمیر چغندر قند می باشد که ضرورت دارد در هنگام استفاده از آن جهت تخمین درصد قند ملاس مورد توجه قرار گیرد.

هم اکنون در کشور ما شش دستگاه بتالایزر جهت تجزیه کیفی و اندازه گیری ناخالصی های عمده چغندر قند شامل پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره وجود دارد که میزان قند ملاس هر نمونه نیز با استفاده از فرمول راینفلد برآورد و از تفاضل درصد قند ملاس از درصد قند چغندر قند، درصد قند قابل استحصال محاسبه می گردد. اطلاع صحیح و دقیق از میزان قند ملاس چغندر قند نه تنها در ارزیابی پتانسیل تولید شکر ارقام چغندر قند در پروژه های تحقیقاتی، بلکه در تعیین ضایعات شکر در کارخانه های قند نیز از اهمیت خاصی برخوردار است و در تعیین فرمول خرید چغندر قند براساس کیفیت تکنولوژیکی آن میتواند نقش مهمی ایفا نماید. به طور کلی، در بین فرمول های مختلف معرفی شده جهت تخمین درصد قند ملاس (جدول ۶) و توجه نمودن به متوسط و دامنه تغییرات سه ناخالصی مهم چغندر قند (جدول ۲، ۳ و ۴) برای شرایط ایران، فرمول راینفلد جهت تخمین درصد قند ملاس در برنامه کامپیوتری دستگاه های بتالایزر به طور نسبی مناسبتر می باشد. البته باید توجه داشت که متوسط غلظت سدیم ریشه چغندر قند در ایران حدوداً سه برابر میانگین غلظت سدیم در اروپا می باشد و از این لحاظ با فرمول های مذکور تفاوت دارد.

جدول ۶- لیست برخی از فرمولهای تخمین میزان قند ملاس (MS) در ریشه چغندر قند بر اساس ناخالصیهای پتاسیم (K)، سدیم (Na)، نیتروژن مضره (N)، رافینوز (R)، بتائین (B) و قندهای احیا کننده (RS) در کشورهای مختلف.

کشور	محقق	فرمول
چکسلواکی	(Dedek, 1927)	$MS = 0.342 (K+Na)$
آلمان	(Reinefeld, 1974)	$MS = 0.343 (K+Na) + 0.094N - 0.31$
فرانسه	(Devillers, 1976)	$MS = 0.124K + 0.117Na + 0.408N$
مجارستان	(Vukov, 1977)	$MS = 0.289 (K+Na) + 0.078N + I + 0.0546$
ترکیه	(Akyar, 1980)	$MS = 0.19 (K+Na) + 0.274N + 1.1451 - 0.576$
مراکش	(Hachimi, 1985)	$MS = 0.16K + 0.34Na + 0.091N + 5.67$
اکراین	(Khelemskiyh, 1986)	$MS = 0.1558K + 0.0623Na + 0.7888$
فرانسه	(Devillers, 1988)	$MS = 0.14 (K+Na) + 0.25N + 3.3G + 0.3$
آلمان	(Burba, 1993)	$MS = 0.92K + 0.75Na + 0.84N + 1.15B + 4.95R$
آلمان	(Marlander, 1996)	$MS = 0.12 (K+Na) + 0.24N + 0.48$

۱-۵- فرآورده های جانبی چغندر قند

چغندر قند علاوه بر شکر دارای محصولات جانبی شامل برگ، تفاله و ملاس است. سابقا از این محصولات جانبی تنها به عنوان مواد غذایی دامی استفاده می شد ولی امروزه علاوه بر خوراک دام در تولید پکتین، سلولز، ویناس (ملاس تغلیظ شده لینت دار)، الکل، اسید استیک، اسید سیتریک و... کاربرد دارند.

پس از برداشت ریشه از برگ ها به تنهایی و یا همراه با قسمت سر (به روش برداشت بستگی دارد) استفاده می شود. درصد ماده خشک برگهای چغندر قند ۱۲ تا ۱۴ درصد و برگهای با سر ۱۶ تا ۱۸ بوده و خوراک مناسبی برای تعلیف حیوانات نشخوار کننده می باشند.

۱-۵-۱- تفاله چغندر قند (مارک)

آن قسمت از مواد غیرقندی چغندر قند که در آب جوش نامحلول است مواد خشبی و یا مارک نامیده می شود. مارک بیشترین سهم را در مواد غیرقندی دارد. مارک چغندر قند بستگی به نوع بذر، وضعیت خاک، آب و هوا و زمان برداشت دارد. مقدار مارک ارقام تیپ قندی نسبت به ارقام محصولی معمولا بیشتر است. مارک چغندر قند در رابطه با نوع بذر و شرایط آب و هوایی بین ۳ تا ۶٪ در نوسان است. چغندر قندهائی که در مناطق مرطوب رشد کرده اند نسبت به چغندر قند هائی که در مناطق خشک رشد کرده اند دارای مارک کمتری می باشند. بین درصد مارک و میزان کود نیتروژن و همچنین زمان برداشت همبستگی وجود دارد. با افزایش میزان کود نیتروژن مقدار مارک چغندر قند کاهش می یابد در حالیکه با افزایش دوره رشد نیز مقدار آن کاهش پیدا می کند. مارک دارای ۲۵٪ سلولز، ۲۵٪ پکتین، ۲۰٪ آرابان و ۶٪ گالاکتان می باشد. علاوه بر اینها مارک مقداری لیگنین دارد. مقدار لیگنین مبین درجه چوبی چغندر قند است.

در حالی که در سیلو سلولز و همی سلولز و لیگنین بدون تغییر می ماند. پکتین و پنتوزان به

ترکیبات محلول تجزیه می شوند. بنابراین در سیلو مقدار مارک به درصد وزن چغندر قند قبل از سیلو کاهش می یابد. البته افزایش درصد مارک در چغندرهای سیلو شده میتواند در اثر تبخیر آب بوجود آمده باشد.

تفاله خشک چغندر قند به اشکال پرکی، مفتولی و قالبی تهیه میشود و ممکن است در تهیه آن از ملاس نیز استفاده شود. رنگ تفاله خشک چغندر قند بدون ملاس قهوه ای روشن و ملاس دار آن بر حسب میزان ملاس افزوده شده از قهوه ای روشن تا قهوه ای تیره متغیر است.

تفاله چغندر قند در سیستم غذائی حیوانات به یکی از سه صورت زیر مصرف می شود که اختلاف این سه نوع فقط در میزان ماده خشک آنها است:

۱- تفاله آب دار ۱۲-۶٪ ماده خشک

۲- تفاله تر یا پرس شده ۳۰-۱۸٪ ماده خشک

۳- تفاله خشک ۹۲-۸۷٪ ماده خشک

ارزش غذائی تفاله خشک مخصوصاً وقتی با ملاس غنی شده باشد معادل جو است. دلیل اصلی مصرف تفاله خشک ملاس دار آن است که برای دامها منبع انرژی خوبی است و علاوه بر آن قند موجود در آن ماده را خوش خوراک کرده و در بسیاری موارد از این ماده فقط میتوان بعنوان غذای کنسانتره استفاده کرد.

ابتدا تفاله تر را با ملاس گرم مخلوط و وارد استوانه آهنی عظیمی که با سرعت کمی حرکت می کند و معمولاً افقی یا کمی مایل قرار گرفته است. می کنند. در جهت عکس حرکت تفاله نیز هوای گرم و خشک وارد استوانه می نمایند. هوای گرم و خشک، آب موجود در مخلوط تفاله و ملاس و یا تفاله تر بتنهایی را جذب و آن را بصورت بخار آب خارج می کند. تفاله وقتی که بانتهای دیگر استوانه می رسد خشک شده و ماده خشک آن به حدود ۹۰٪ افزایش می یابد و استوانه را ترک می کند. در بعضی از کارخانه ها تفاله خشک را بهمان صورت که از استوانه خارج می شود و بنام تفاله خشک پرک معروف است. به انبار منتقل و در بعضی دیگر آنها را پرس کرده و بصورت قالب های کم و بیش بزرگ و یا بصورت تفاله فشنگی در می آورند. وزن مخصوص ظاهری تفاله فشنگی بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم در مترمکعب است.

۱-۵-۲- ملاس چغندر قند

از نقطه نظر تکنولوژیکی ملاس آخرین پس آبی است که در قسمت طبخ‌ی در کارخانه قند حاصل می‌شود. در حالیکه قسمت عمده ملاس را ساکاروز تشکیل می‌دهد ولی از طریق تبخیر و تغلیظ و کریستالیزاسیون دیگر شکری از آن به صورت کریستال نمی‌توان بدست آورد. رنگ ملاس از قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای مایل به سیاه متغیر است.

تولید ملاس بستگی به نسبت مواد در سیستم «آب + ساکاروز + غیرساکاروز» و همچنین ترکیب مواد غیرساکاروز غیرقندی و بیش از همه به ترکیبات معدنی پتاسیم و سدیم و همچنین در صورت حضور، کلسیم که حلالیت ساکاروز را تحت تأثیر قرار می‌دهند، دارد.

جدول ۷- ترکیبات شیمیائی ملاس چغندر قند

نوع مواد	مقدار (%)	نوع مواد	مقدار (%)
آب	۱۸	کلر	۰/۹۰
ساکاروز	۵۱	نیترات و نیتريت	۰/۰۹
پتاسیم	۳/۹۰	کربن ازت دار	۶/۹۷
سدیم	۰/۵۳	کربن بدون ازت	۳/۰۷
کلسیم	۰/۲۵	تیامین	۵/۰۰
منیزیم	۰/۰۲	کربوهیدرات	۳/۰۰
سولفات	۰/۲۷	سایر ترکیبات آلی	۷/۰۰

منبع: تکنولوژی قند، تالیف شیخ الاسلامی، ۱۳۸۲.

ارزش غذائی ملاس چغندر قند

ترکیب شیمیایی که برای ملاس گزارش شده است از تنوع زیادی برخوردار است. آخرین ارقام حاکی است که قابلیت هضم پروتئین حدود ۷۷٪ و قابلیت هضم ماده خشک حدود ۹۰٪ است. که نشان می دهد حیوانات نشخوار کننده براحتی می توانند از ملاس استفاده کنند. ترکیب پروتئین ملاس، دارای سه جزء اصلی شامل: بتائین ۲۷٪، اسید آمینه ۳۳٪ و سایر مواد ۳۵٪ می باشد. اعتقاد بر این است که ترکیبات نیتروژن دار، به ملاس طعم و بوی ویژه ای می دهد.

جزء عمده مواد خشک ملاس را، ساکارز تشکیل می دهد که میزان آن حدود ۵۰٪ است. همچنین مقدار اندکی قند های احیاء کننده و رافینوز در ملاس وجود دارد. آخرین جزء مهم مواد بدون ازت ملاس خاکستر است. پتاسیم و سدیم بیشترین سهم را در مواد معدنی ملاس دارند. میزان آنها نسبتاً بالا است (به ترتیب ۵۵ و ۱۱ گرم در کیلو گرم) و ممکن است در صورت زیاده روی در مصرف ملاس موجب اسهال در دامها شود. مقدار ویتامین ملاس کم است و کمک چندانی در تامین ویتامین مورد نیاز دامها نخواهد کرد. تشخیص واقعی ارزش غذائی ملاس خیلی مشکل است، زیرا از ملاس فقط می توان به عنوان مکمل جیره غذائی، که میزان آن حدود ۲۰٪ است استفاده نمود.

۱ ۶ - نتیجه گیری کلی و چشم انداز

به طور کلی در ارتباط با کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند و ضایعات آن لازم است با نگاهی جامع و کلی با تاکید بر این اصل که کیفیت چغندر قند در مزرعه شکل می گیرد به موضوع پرداخته شود. از لحاظ تکنولوژیکی کیفیت خوب چغندر قند به حالتی اتلاق می گردد که ریشه تازه بوده و ماده خشک آن بین ۷۷-۷۵ درصد، عیار حدود ۱۸ درصد، و غلظت پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره آن به ترتیب حدود چهار، یک و یک میلی مول در ۱۰۰ گرم خمیر چغندر قند باشد.

لذا با طرح دیدگاهی جدید تحت عنوان "نگرش از بذر تا شکر سفید" لازم است اهداف اصلی ذیل با تکیه بر کاهش هزینه تمام شده شکر مد نظر و مورد توجه دست اندرکاران هر دو بخش کشاورزی و صنعت این محصول استراتژیک قرار گیرد:

- بهبود کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند که در مزرعه شکل می گیرد
- به حداقل رساندن ضایعات عملیات برداشت، بارگیری، حمل و تحویل چغندر قند
- کاهش ضایعات وزنی و قندی چغندر قند در سیلوی کارخانه های قند
- خرید بر مبنای کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند
- بهینه نمودن فرآیند استحصال شکر از چغندر قند در کارخانه قند

۲ - استاندارد چغندر قند

۲-۱- سابقه

ریشه چغندر قند به عنوان ماده اصلی مورد نیاز صنعت قند در فرآیند تولید استحصال شکر باید از کیفیت مناسب برخوردار باشد و بنا به ضرورت امر در زنجیره تولید شکر و فرآورده‌های جانبی آن، معیارها، ضوابط و استانداردهای لازم متناسب با شرایط حاکم بر روند تولید این محصول صنعتی و فرآورده‌های آن در کشور برای بذر به عنوان هسته اولیه تولید در زراعت چغندر قند، ریشه چغندر قند به عنوان محصول اصلی مورد مصرف در صنعت قند و شکر به عنوان محصول نهائی این صنعت و فرآورده‌های آن (تفاله و ملاس چغندر قند) بشرح زیر تهیه و تدوین و منتشر شده است:

۲-۱-۱- ریشه چغندر قند

به منظور تغییر شیوه خرید و تحویل چغندر قند براساس وزن و درصد عیار قند که چغندر قند تولیدی تا قبل از سال ۵۴ بر مبنای کمیت و به صورت وزنی، به کارخانه‌های قند تحویل می شد، در سال ۱۳۵۱، استاندارد چغندر قند و روش نمونه برداری و آزمون تعیین افت و درصد عیار قند به شماره ۸۰۱ توسط کمیسیون فنی استاندارد و خوراک و فرآورده های کشاورزی تحت نظارت شورای عالی استاندارد در موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین گردیده و باستناد ماده یک «قانون موادالحاقی به قانون تأسیس موسسه مذکور مصوب سال ۱۳۴۱» به عنوان استاندارد رسمی ایران (پیوست شماره ۲) منتشر گردید. اگرچه در شرایط حاضر مبنای خرید چغندر قند کمافی السابق براساس وزن ریشه و درصد قند (عیار) و با فرمول خطی:

$$\text{قیمت خرید تضمینی چغندر قند} \times ۱۳ / (۳ - \text{عیار چغندر قند}) = \text{قیمت چغندر قند}$$

می باشد لیکن با توجه شرایط حاکم بر روند تولید، تحویل و سیستم نمونه برداری در واحدهای عیار سنجی کارخانه‌های قند با تغییرات جزئی، براساس دستورالعمل نمونه گیری تعیین افت و عیار قند که توسط بخش تکنولوژی قند موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند و دفتر محصولات صنعتی وزارت جهاد کشاورزی مورد بازنگری قرار گرفته است صورت می پذیرد، دستورالعمل فعلی مورد عمل برای نمونه برداری، توزین و تعیین افت و درصد عیار قند در انتهای این فصل آورده شده است.

۲-۱-۲- تفاله چغندر قند

ویژگی‌ها و استاندارد تفاله چغندر قند در سال ۱۳۴۶ برای اولین بار تهیه و پس از بررسی و تأیید کمیسیون فنی خوراک دام و طیور برای بار نخست مورد تجدید نظر و در نشست شصت و هفتم جلسه کمیته ملی استاندارد کشاورزی و غذائی در تاریخ ۶۶/۱۰/۲۷ به شرح پیوست شماره ۳ تصویب و تحت استاندارد شماره ۳۱۸ منتشر شده است.

۲-۱-۳- ملاس چغندر قند

استانداردهای مربوط به ملاس چغندر قند و نیشکر و ویژگیهای آن در سال ۱۳۴۶ تهیه گردید و براساس پیشنهادهای ارائه شده مورد بررسی و تأیید کمیسیون فنی خوراک دام و طیور برای بار نخست مورد تجدید نظر قرار گرفت و در جلسه هفتاد و هشتم کمیته ملی استاندارد فرآورده های کشاورزی و غذائی در تاریخ ۶۷/۱۲/۲۱ برابر پیوست شماره ۴ تصویب و تحت شماره استاندارد ۳۱۹ منتشر گردیده است.

۲-۱-۴- شکر سفید (ویژگیها و روش های آزمون)

استاندارد شکر سفید، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون که نخ ستین بار در سال ۱۳۴۴ تهیه گردیده و براساس پیشنهادات واصله و بررسی و تأیید کمیسیون فنی استاندارد فرآورده های کشاورزی و مواد غذائی برای سومین بار مورد تجدید نظر قرار گرفته است، در دویست و سی و ششمین جلسه کمیته ملی استاندارد فرآورده‌های کشاورزی و مواد غذائی در تاریخ ۱۳۷۷/۸/۱۸ تصویب و تحت استاندارد شماره ۶۹ بعنوان استاندارد رسمی منتشر و ملاک عمل می‌باشد (برابر پیوست شماره ۵).

۲-۲- استانداردهای تکنولوژیکی چغندر قند (ریشه) برای شرایط اقلیمی ایران:

با توجه به تنوع شرایط اقلیمی، آب و خاک کشور و نیز نتایج حاصله از آنالیز و تجزیه و تحلیل هزاران نمونه از ریشه چغندر قند تحویلی به کارخانه های قند و شکر کشور در سنوات متوالی، در نشستهای تخصصی با حضور محققین، کارشناسان و خبرگان بخش کشاورزی و صنعت قند چغندری و با در نظر داشتن کیفیت تکنولوژیکی ریشه چغندر قند تولیدی که به عنوان ماده اصلی و اولیه تولید شکر در کارخانه های قند مصرف می شود، معیارها و استانداردهای ریشه چغندر قند از حیث شکل، اندازه، درصد رطوبت و ماده خشک، آفت و عیار قند مورد بررسی و بازنگری و به شرح زیر تهیه و تنظیم و برای تصویب و تأیید در مراجع ذیصلاح پیشنهاد می گردد:

۲ ۴ ۱ - عیار چغندر قند

مقدار ساکارز موجود در ریشه چغندر قند بر مبنای وزن تر را اصطلاحاً عیار گویند . مقدار عیار چغندر قند به شرایط اقلیمی، نوع رقم، وضعیت تغذیه و حاصلخیزی خاک، مدیریت مزرعه و مخصوصاً عملیات داشت بستگی دارد. عیار چغندر قند معمولاً بین ۱۴ تا ۲۰ در نوسان است (Campbell, ۲۰۰۲, Van der poel et al). مقدار عیار قند در مناطق مختلف جهان در جدول ۱۲ ارائه شده است (شیخ الاسلامی، ۱۳۸۲).

جدول ۱۲- وضعیت عیار چغندر قند در برخی از مناطق چغندرکاری جهان

منطقه کشت	عیار قند (درصد)	منطقه کشت	عیار قند (درصد)
ایران	۱۴-۲۰	انگلستان	۱۵/۶۸-۱۶/۸۵
پاکستان	۱۴/۶-۱۷	فرانسه	۱۶/۵۰-۱۸/۲۰
اردن	۱۴/۵-۱۷/۵	ایتالیا	۱۳/۵۰-۱۶/۰۵
اسرائیل	۱۴-۱۷	اسپانیا	۱۳/۴۴-۱۶/۱۶
ترکیه	۱۷/۳	بلژیک	۱۶-۱۶/۵۰
افغانستان	۱۵/۳-۱۶/۹	یونان	۱۵-۱۵/۸
کالیفرنیا	۱۵-۱۸		

بنابراین با توجه به شرایط اقلیمی ایر ان متوسط عیار قند برای چغندر قند بهاره، ۱۴ تا ۲۰ درصد و متوسط ۱۷ درصد پیشنهاد می گردد.

۲ ۴ ۲ - اندازه و وزن تک ریشه چغندر قند:

اندازه تک ریشه یکی از معیارهای تعیین کننده در کیفیت چغندر قند می باشد زیرا اکثر فاکتورهای کیفی در ارتباط با وزن ریشه تغییر می یابند. وزن تک ریشه های چغندر قند که تحت تأثیر نوع رقم، شرایط اقلیمی و عوامل زراعی از قبیل تاریخ کاشت، تراکم بوته، میزان آب و کود نیتروژنه می باشد ارتباط بسیار نزدیکی با کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند دارد. معمولاً بین وزن تک ریشه ها و کیفیت چغندر قند رابطه معکوس وجود دارد (, Zahradnicek et al. , ۱۹۷۶ , Last et al , ۱۹۷۹ , Akesson et al , ۱۹۷۶). نتایج تحقیقات تاکابه و هانایه (۱۹۸۱) حاکی از آن است که با بزرگ شدن ریشه از ۵۰ تا ۵۰۰ گرم میزان قند نیز افزایش می یابد ولی بیش از ۵۰۰ گرم ارتباط مستقیمی با درصد قند ندارد.

لیوبک و کرسیتیک (۱۹۹۵) آزمایشی در خصوص ارتباط بین میزان ساکارز، سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره با وزن ریشه انجام دادند. مقدار ساکارز در تک ریشه با افزایش وزن تا ۸۰۰ گرم افزایش یافت ولی بعد از این مقدار ساکارز سیر نزولی داشت در صورتیکه غلظت ناخالصی ها در تمام وزنه‌های انجام شده با افزایش وزن ریشه افزایش یافت. تغییرات میانگین وزن تک ریشه چغندر قند طی آخر فصل رشد در ماه های مهر، آبان و آذر به ترتیب ۶۲۳، ۶۶۳ و ۶۶۶ گرم گزارش گردید (Last et al , ۱۹۷۹). زاحراندیچ و همکاران (۱۹۷۸) بهترین شرایط وزنی تک ریشه را از نظر کیفی بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ گرم تشخیص داد.

نتایج آزمایشات بابایی و همکاران (۱۳۸۲) نشان داد بین میانگین وزن تک ریشه و درصد قند آن یک همبستگی منفی وجود داشت بطوریکه هر چه چغندر قند ریزتر بود درصد قند آن بیشتر بود و درصد قند در چغندرهای خیلی درشت و ریز بالا بود. مطالعات جاگارد و همکلان (۱۹۹۹) روی رقم ساکسون نشان داد که متوسط وزن ریشه در چغندرهای کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۲۷۹، ۷۲۹ و ۱۱۵۰ گرم بود. طی تحقیقی که روی خصوصیات فیزیکی و تکنولوژیکی یازده رقم تجارتي چغندر قند در منطقه کرج انجام شد میانگین اندازه ریشه های کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب معادل ۲۲۶، ۵۳۸ و ۹۰۵ گرم گزارش گردید (عبداللهمان نوقایی، ۱۳۸۷).

با توجه به موارد فوق و در نظر گرفتن وضعیت زراعت چغندر قند و صنعت قند کشور، اندازه ریشه مناسب تک ریشه چغندر قند در کشت بهاره چغندر قند بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ گرم و به طور متوسط حدود ۷۵۰ گرم پیشنهاد می گردد.

۲-۲-۲-۲ رطوبت و ماده خشک چغندر قند:

در زمان برداشت، مقدار آب موجود در ریشه چغندر قند معمولاً بین ۷۳ الی ۷۷ درصد و یا به عبارتی مقدار ماده خشک ریشه بین ۲۳ الی ۲۷ درصد متغیر است (Campbell , ۲۰۰۲ ؛ Van der poel , ۱۹۹۸ ، et al). در حالت نرمال میانگین رطوبت چغندر قند را حدود ۷۵ درصد در نظر می گیرند (شیخ الاسلامی، ۱۳۸۲). بنابراین برای شرایط اقلیمی ایران نیز رطوبت مناسب ریشه چغندر قند بین ۷۳ الی ۷۷ درصد و به طور متوسط ۷۵ درصد می باشد.

۲-۲-۲-۲-۲ افت چغندر قند:

هنگامی که چغندر قند به کارخانه تحویل می شود لازم است وزن خالص ریشه ها مشخص و میزان افت محموله برآورد گردد. بنابراین تعیین افت خاک همراه چغندر قند بایستی از طریق توزین وزن ناخالص و پس از شستشو و توزین وزن خالص نمونه چغندر قند انجام شود . مقدار گل یا خاک چسبیده به ریشه چغندر قند

بسته به درصد رطوبت خاک مزرعه در زمان برداشت و همچنین بافت خاک متفاوت است. به طوریکه مثلاً در خاکی با ۲۲ درصد رطوبت خاک همراه ریشه معادل ۱۴ درصد بود ولی هنگامی که درصد رطوبت خاک مزرعه به ۱۸ درصد تقلیل یافت خاک همراه ریشه نیز به ۵ درصد کاهش یافت (Van der poel, ۱۹۹۸, et al).

در شرایط اقلیمی ایران افت خاک همراه چغندر قند معمولاً بین ۱ تا ۵ درصد و به طور متوسط ۳ درصد می باشد.

افت دیگری که در چغندر قند متداول است افت طوقه یا همان افت ناشی از عدم سرزنی صحیح ریشه در هنگام برداشت است. این نوع افت در حال حاضر در کشور به دقت تعیین و تفکیک نشده و در برخی موارد به صورت نظری و چشمی تخمین زده می شود. برای چغندر قند مناطق کشت بهاره این نوع افت بسته به رعایت نحوه صحیح سرزنی چغندر قند ممکن است بین صفر تا ۴ درصد لحاظ گردد.

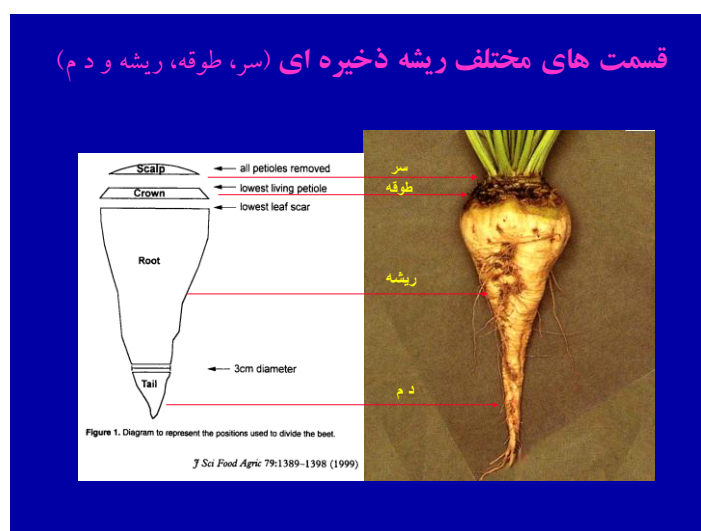
۲-۲-۳- شیوه صحیح سرزنی و برداشت چغندر قند:

در حال حاضر تقریباً در تمام نقاط دنیا کشت و خرید چغندر قند در قالب عقد قرارداد بین چغندر کار و کارخانه قند انجام می گیرد. براساس شرایط قرارداد و دستورالعمل خرید چغندر قند، لازم است محصول تحویلی به کارخانه قند (ریشه ذخیره ای چغندر قند) دارای خصوصیات و ویژگیهایی باشد که بیشترین راندمان استحصال شکر سفید با کمترین هزینه عاید گردد. ریشه ذخیره ای چغندر قند از لحاظ ظاهری شامل قسمتهای اصلی سر (Scalp)، طوقه (Crown)، ریشه (Root) و دم (Tail) می باشد. بطور خلاصه، به آن قسمت از ریشه ذخیره ای که در زمان برداشت، دم برگ های زنده متصل است سر، و به قسمت پایین تر از سر تا منطقه ای که آثار دم برگ های اولیه وجود دارد طوقه و به قسمت پایین تر از طوقه تا جائیکه قطر ریشه ذخیره ای به ۳ سانتی متر می رسد ریشه و به قسمت پایین تر از ریشه تا انتها اصطلاحاً دم اطلاق می گردد. بین این قسمتها از لحاظ وزن، درصد قند و غلظت ناخالصی ها تفاوت های قابل ملاحظه ای وجود دارد که متأثر از تکنیکهای زراعی، شرایط اقلیمی و نوع رقم می باشد. بنابراین و با توجه به وجود این اعتقاد و باور غیر صحیح در بین برخی از چغندر کاران که هر چه ریشه تولید شده بزرگتر باشد قند بیشتری تولید خواهد شد، ضرورت دارد مروجین و کشاورزان بطور دقیق با این موضوع آشنا شده و با اعمال مدیریت صحیح بر عملیات کاشت، داشت، برداشت، انتقال و مصرف چغندر قند در کارخانه های قند، بیشترین بهره وری از پتانسیل موجود را بنمایند.

نتایج تحقیقات عبداللهیان نوقابی و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد که ضریب استحصال شکر موجود در قسمت سر چغندر قند معادل ۲۵ درصد است. با توجه به وجود ۱۹۰ کیلوگرم شکر در هر تن چغندر قند سرزنی شده

در مقایسه با ۱۸۶ کیلوگرم شکر موجود در ریشه کامل، مشخص می شود هر تن ریشه سرزنی شده نسبت به ریشه کامل حدود ۴ کیلوگرم شکر بیشتر دارد که با توجه به عملکرد حدود ۵۰ تن در هکتار معادل ۲۰۰ کیلوگرم شکر در هکتار می شود. بنابراین در صورتیکه قسمت سر حذف شود به دلیل افزایش درصد قند در ریشه های بدون سر حدود ۱۰۷ کیلوگرم شکر در هکتار مازاد خواهیم داشت (معادل ۲/۱۳ کیلوگرم شکر در هر تن). اکسون و همکاران (۱۹۷۹) نیز گزارش کردند حذف طوقه شکر ق ابل استحصال در یک تن چغندر قند را از ۱۳۶/۷ کیلوگرم به ۱۴۰ کیلوگرم افزایش داد.

بطور کلی، نتایج تحقیقات نشان داد که اگر طوقه همراه چغندر قند تحویل کارخانه قند گردد، عملکرد شکر سفید حدود ۶٪ افزایش خواهد یافت. بنابراین در مناطقی که امکان دارد بهتر است طوقه همراه ریشه چغندر قند به کارخانه قند تحویل گردد. اما از آنجا که قسمت سر دارای مقادیر زیادی قند انورت می باشد و همراه بودن آن با ریشه ممکن است در بهترین شرایط تا ۲٪ موجب افزایش عملکرد شکر سفید گردد بهتر است ریشه چغندر قند تحویلی به کارخانه قند کاملاً سرزنی شده و سپس مصرف گردد. لذا، توصیه می گردد ضمن آموزش و معرفی دقیق قسمتهای مختلف ریشه ذخیره ای به کشاورزان و مأمورین عیار سنجی، لزوم حذف دقیق قسمت سر چغندر قند جزو ضوابط دستورالعمل خرید چغندر قند قرار گیرد.



قسمت های مختلف ریشه ذخیره ای چغندر قند

سر (Scalp)، طوقه (Crown)، ریشه (Root) و دم (Tail)

جدول ۱۳- خلاصه استانداردهای مربوط به کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند (ریشه)

صفت	حداقل	متوسط	حداکثر
عیار چغندر قند (درصد)	۱۴	۱۷	۲۰
اندازه تک ریشه (گرم)	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
رطوبت ریشه (درصد)	۷۳	۷۵	۷۷
افت	۱	۳	۵
	۰	۲	۴

* میزان افت طوقه یا همان افت ناشی از عدم سرزنی صحیح ریشه بستگی به نحوه سرزنی ریشه در زمان برداشت دارد که شیوه صحیح سرزنی به تفصیل توضیح داده شد.

۳-۲- دستورالعمل جدید نظارت و کنترل عیار سنج کارخانه های قند

۳-۲-۱- نمونه برداری

از هر محموله بایستی به یکی از روشهای زیر نمونه برداری انجام شود (هر ده تن چغندر قند حداقل یک نمونه).

نمونه گیری از روی نوار تخلیه : اگر دستگاه نمونه گیر بعد از خاک گیر نصب شده است، نمونه مستقیماً به ترازوی توزین اولیه منتقل گردد. اگر دستگاه نمونه گیر قبل از خاک گیر نصب شده است، نمونه گرفته شده بایستی قبل از ورود به ترازوی توزین از دستگاه خاک گیر عیار سنج، عبور داده شود تا خاکهای آزاد آن حذف شود.

نمونه گیری با سوند یا روپرو : چون نمونه برداری قبل از تخلیه محموله چغندر قند انجام می شود، نمونه گرفته شده بایستی از روی دستگاه خاک گیر عیار سنج همانند بند قبل عبور داده شود.

تبصره ۱: در صورتیکه خاکهای آزاد همراه چغندر قند به کامیون برگردانده شود.

مقدار نمونه: تعداد ریشه های چغندر قند در هر نمونه بایستی حداقل ۴۰-۵۰ عدد باشد.

تبصره ۲: برای دستیابی به ۴۰-۵۰ عدد ریشه چغندر قند در سیستم نمونه برداری با روپرو، عملاً نیاز است از هر محموله دوبار نمونه برداری گردد.

۳-۲-۲- تعیین افت

تعیین افت بایستی از طریق توزین وزن ناخالص و پس از شستشو و توزین وزن خالص نمونه چغندر قند انجام شود.

ترازوهای توزین : بایستی در هر شیفت کاری ترازوهای توزین دو مرتبه با وزنه های استاندارد د ۲۵-۲۰ کیلوگرم کنترل و در صورت لزوم تنظیم شوند.

وزن هر نمونه: بایستی قبل از شستشو (m_1) و بعد از شستشو (m_2) روی کارت عیار سنج بوسیله ثبات ثبت شود. درصافت $= m_1 / (m_1 - m_2) \times 100$

دستگاه شستشو: بایستی طوری تنظیم گردد که گل و خاک همراه چغندرها به خوبی حذف شوند. سنگ، علف و برگ را بایستی بعد از شستشو بوسیله دست از نمونه جدا کرد. چنانکه قسمت سبزینه چغندرها قطع نشده‌اند بایستی سبزینه با دقت و به روش مکانیکی جدا شود.

۲-۳-۳- عیار سنجی

تهیه خمیر: در این قسمت در اثر برخورد ریشه چغندرها با اره و یا اره‌ها به طور تصادفی از قسمتهای مختلف ریشه چغندر خمیر گرفته می‌شود. مقدار خمیر در دستگاههای چند اره‌ای بستگی به وزن نمونه دارد، در حالیکه در دستگاههای تک اره‌ای مقدار خمیر علاوه بر وزن نمونه به مدت زمان خمیرگیری نیز بستگی دارد. معمولاً در این نوع دستگاهها بعد از ۹۰ ثانیه ۱/۵ تا ۲ درصد وزن نمونه خمیر گرفته می‌شود. خمیر باید طوری باشد که ضمن نرم بودن عصاره‌ای از آن خارج نشود. خمیر هر نمونه جداگانه در ظرفی جمع‌آوری و به قسمت آزمایشگاه منتقل می‌شود.

تهیه محلول دیژسیون: پس از مخلوط کردن و حذف تکه‌های درشت خمیر حدود ۲۶ گرم آن را با قاشق برداشته وزن کرده و با استفاده از ترازوی نسبی، مقدار محلول زلال‌کننده (سواستات سرب و یا سولفات آلومینیوم) بطور اتومات به آن اضافه می‌گردد. سواستات سرب مصرفی باید از رقیق کردن ۲۵ میلی لیتر محلول غلیظ استات سرب قلیائی با ۹۷۵ میلی لیتر آب مقطر تهیه کرد. با توجه به سمی بودن سرب توصیه می‌شود از محلول سولفات آلومینیم با غلظت ۰/۳ تا ۰/۵ گرم آلومینیم در لیتر استفاده کنید.

$$(S_1 \text{ pb} = 0.99S_2 \text{ Al} + 0.08 \text{ r} = 0.9974)$$

در هر شیفت دو مرتبه و در موقع تعویض محلول زلال‌کننده بایستی ترازوی نسبی دقیقاً کنترل و در صورت لزوم تنظیم گردد. همواره بایستی رابطه زیر برقرار باشد:

(کاغذ پرگامنت + وزنه استاندارد ۲۶ گرمی) = (وزن مخصوص محلول زلال‌کننده $\times$ CC ۱۷۷)
مثال: $۱۷۷ / ۸۸۵ = ۱۷۷ \times ۱ / ۰۰۵$ گرم

برای کنترل ترازوی نسبی کاغذ پرگامنت را همراه با وزنه استاندارد ۲۶/۰۰ گرمی روی کفه ترازو قرار دهید و محلول معادل آنرا دقیقاً وزن کنید و در صورت مطابقت، صحت کار ترازو تأیید می‌شود، در غیر اینصورت بایستی آنرا تنظیم کرد. وزن مخصوص محلول را می‌توان از طریق توزین صد میلی لیتر محلول (در بالن ژوژه صد میلی لیتری) به صورت زیر تعیین کنید. وزن ۱۰۰ میلی لیتر محلول زلال‌کننده تقسیم بر ۱۰۰

برابر است با وزن مخصوص (گرم بر میلی لیتر). برای بدست آوردن نتایج دقیق بایستی خمیر و محلول زلال کننده کاملاً با یکدیگر مخلوط و عمل دیژسیون بطور کامل انجام شود. زمان اختلاط در حالت معمول حدود ۹۰ ثانیه است ولی در هر سیستم بایستی زمان مطلوب از طریق آزمایشهای موازی در عیارسنج و آزمایشگاه تعیین گردد. ضمناً دمای آزمایشگاه باید بین ۲۵-۲۰ درجه سانتیگراد باشد.

تعیین عیار: دستگاه‌های ساکاریمتر وسائل دقیق و حساس هستند. در هر شیت حد اقل آن را باید دو بار با لوله کوارتس و همچنین محلول شکر خالص (۶/۵۰ گرم شکر سفید خالص درصد میلی لیتر آب مقطر) کنترل کرد. درصد قند محلول قندی بایستی ۲۵/۰۰ درجه ساکاروز را نشان داده و ثبت کند.

۲-۳-۴- موارد استثنائی:

در صورتی که نمونه‌ای به هر دلیل از بین رفت. بایستی آزمایش مجدد تکرار و یا میانگین عیار قبلی و بعدی همان زارع پذیرفته شود. در مواقعی که از یک محموله بیش از یک نمونه گرفته شود، نمونه را با هم مخلوط می‌کنند و یا هر نمونه را آزمایش و میانگین افت و عیار ملاک عمل خواهد بود. اگر زارع نمونه دیگری نداشت میانگین عیار روز را در نظر بگیرد. در صورتی که عیار بیش از ۲۴٪ و یا کمتر از ۱۲٪ باشد (در خوزستان و مغان بیش از ۲۰٪ و کمتر از ۱۰٪) آزمایش مجدداً تکرار و میانگین عیار آنها ثبت شود. برای کلیه موارد بند ۴ بایستی صورتجلسه تهیه و به امضاء نمایندگان کارخانه قند و سازمان کشاورزی برسد و در دفتر روزنامه ثبت شود.

۲-۴- تعیین درصد قند چغندر به روش رفاکتومتری

معیار رسیدگی چغندرقند درصد قند آن است که برای تعیین آن نیاز به یک سری تجهیزات از جمله دستگاه ساکاریمتر است که وارداتی و بسیار گران است فلذا با خرید یک دستگاه رفاکتومتر دستی می‌توان زمان رسیدگی چغندر را تعیین و اجازه دهیم عملکرد شکر در هکتار تا حد مطلوب بالا رود.

روش کار: از یک یا چند چغندر بوسیله سوند یا میله نوک تیز چند قطره شیر چغندر را گرفته و روی منشور زیرین رفاکتو متر بچکانید منشور بالائی را بخوانید و درجه بریکس را یادداشت کنید با استفاده از فرمول زیر عیار چغندرقند را محاسبه نمایید.

$$\frac{1}{0.3} (2/73 - \text{بریکس عصاره}) = \text{عیار قند}$$

منابع مورد استفاده

- ابراهیمیان، ح. ر. ۱۳۶۹. ارتباط نیترات دمبرگ با صفت های کمی و کیفی در چغندر قند زمستانه . نشریه علمی و فنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سال هشتم، شماره ۸، صفحات ۱۸-۱۳.
- ابراهیمیان، ح. ر. ۱۳۷۱. اثر نیتروژن و تراکم بوته بر ارزش تکنولوژی چغندر قند . چکیده مقالات اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ابراهیمیان، ح. ر.، ح. خدادادی و م. ر. جهاد اکبر. ۱۳۷۷. بررسی و تعیین نیاز چغندر قند به کودهای ا زته، فسفره و پتاسه در منطقه شهرکرد. مجله علمی و تحقیقاتی چغندر قند. جلد ۱۴، شماره های ۱ و ۲، صفحات ۸۷-۱۰۱.
- بی نام. ۱۳۷۴. صنایع تولید قند و شکر و محصولات جانبی . موسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، جلد سوم و چهارم، ۲۳۶ صفحه.
- سجادی، الف. ۱۳۷۴. فرمول جدید برای تعیین ارزش صن عتی چغندر قند از مراکز تحقیقاتی گوتین گن- برانشوایک (ترجمه). مجله صنایع قند / ایران. شماره ۱۱۱ : ۸۲ - ۸۰.
- سهرابی، ی.، م. شکیب، م. عبداللهیان نوقابی، ف. رحیم زاده خویی و م. تورچی. ۱۳۸۶. بررسی اثر کم آبیاری بر وزن و خصوصیات کیفی اجزاء ریشه چهار رقم چغندر قند . مجله علوم کشاورزی ایران . دوره ۱-۳۹، شماره ۱، صفحه ۸۷-۷۷.
- شیخ الاسلامی، ر. ۱۳۸۲. تکنولوژی قند. ناشر: مولف، ۳۶۰ صفحه.
- شیخ الاسلامی، ر. ۱۳۷۵. تولید شکر و لزوم بهینه سازی فرمولهای کیفیت چغندر قند . مجله علمی و تحقیقاتی چغندر قند. شماره ۱۲ : ۸۲-۷۲.
- عبداللهیان نوقابی، م. ۱۳۷۱. بررسی تغییرات پارامتر های کمی و کیفی رشد چغندر قند در تاریخ های مختلف کاشت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

- عبداللهمیان نوقابی، م. ۱۳۸۰. بررسی کاربرد فرمولهای برآورد کننده قند ملاس چغندر قند در شرایط اقلیمی ایران. بیست و سومین دوره سمینار کارخانه های قند و شکر ایران، ۸-۷ شهریور، مشهد صفحه ۱۹۹-۱۹۲.
- عبداللهمیان نوقابی، م. و شیخ الاسلامی، ر. ۱۳۸۳. کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند و خرید بر مبنای کیفیت- چالش های موجود و راهکارهای آینده. بیست و ششمین دوره سمینارهای سالانه کارخانجات قند و شکر ایران، ۱۷-۱۵ اردیبهشت، مشهد.
- عبداللهمیان نوقابی، م. شیخ الاسلامی، ر. و بابایی، ب. ۱۳۸۴. اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند. مجله چغندر قند. جلد ۲۱ (۱): ۱۰۴-۱۰۱.
- عبداللهمیان نوقابی، م. حاجی شاه کرمی، م. و بابایی، ب. ۱۳۸۷. تحلیلی بر وضعیت کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند در برخی مناطق کشور. سی امین سمینار کارخانه های قند و شکر ایران، ۹-۷ خرداد، مشهد. صفحات ۵۲-۴۲.
- عبداللهمیان نوقابی، م. ۱۳۸۷. تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و تکنولوژیکی ارقام تجاری چغندر قند. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند. شماره ثبت ۵۳۰-۸۷، ۵۹ صفحه.
- عبداللهمیان نوقابی، م.، شریفی ح.، بابایی ب. و بهمنی. غلامعباس. ۱۳۸۸. راهکاری جدید برای تغییر فرمول خرید چغندر قند کشت یابیزه. مجله صنایع قند ایران، شماره ۱۹۴، صفحه ۸-۱۴.
- علیمرادی، ا. ۱۳۶۶. راهنمای کشت چغندر قند. انتشارات سازمان ترویج کشاورزی
- کلارستاقی، ک. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۵. چگونگی استفاده از کودهای شیمیایی و آلی در افزایش تولید چغندر قند در ایران. نشریه فنی شماره دو، نشر آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج. ایران.
- کولیوند، م. ۱۳۶۶. زراعت چغندر قند. موسسه تحقیقات و اصلاح چغندر قند فصل چهارم
- محمودیان، م. ۱۳۷۴. مطالعات جامع صنایع تبدیلی و نگهداری محصولات کشاورزی. موسسه پژوهشهای برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی. جلد دوم و سوم.

محمودی، س. ب. و عبداللهیان نوقابی، م. ۱۳۸۵. تاثیر بیماریها بر میزان ناخالصی های چغندر قند. بیست و هشتمین دوره سمینارهای سالانه کارخانه های قند و شکر ایران، ۲۸-۲۶ اردیبهشت، مشهد. صفحات ۲۷۹-۲۷۵.

هنرور، م. ۱۳۸۰. بررسی عوامل موثر بر کیفیت چغندر قند و پیشنهاد بهترین مدل ارزیابی کیفیت چغندر قند در ایران. پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

Abdollahian-Noghabi, M. 1999. Ecophysiology of sugar beet cultivars and weed species subjected to water deficit stress. Ph. D. Thesis, The University of Reading, P 227.

Adams R.M., Farris P.J. & Halvorson A.D. 1983. Sugar beet N fertilization and economic optima: Recoverable sucrose VS. root yield. *Agronomy Journal*, 75: 173-176.

Asadi, M. 2007. Beet-Sugar Handbook. John Wiley & Sons, New Jersey. PP. 866.

Akyar, O.G., Cagatay, M., Kayimoglu, E., Ozbek and Titiz S. 1980. Uber die Beziehung zwischen dem bereinigten Zucker gehalt und der chemischen Zusammensetzung der Zuckerrube. *Zuckerindustrie*, **105**: 457-65.

Asher, M. J. C. 1998. Progress towards the control of rhizomania in the UK. *Aspects of Applied Biology*, **52**, Protection and production of sugar beet and potatoes, pp. 4154-22.

Burba, M. 1996. Invert sugar and harmful nitrogen as quality parameters of sugar beet. *Proceedings of the 59th Winter Congress of the International Institute for Sugar Beet Research*, Brussels, 369-383.

Carter J.N., Westerman D.T. & Jenson M.E. 1976. Sugar beet yield and quality as affected by nitrogen level. *Agronomy Journal*, 68: 49-55.

Dedek, J. 1927. Der Ursprung und das Wesen der Melasse. *Zeitschrift des Vereins der deutschen Zuckerindustrie*, **77**, 495-561.

Devillers, p. 1988. Prevision du sucre melasse. *Sucrierie francaise*, **129**: 190-200.

Devillers, P., Detavernier, R., Gory, P., Loilier, M. and Roger, J. 1976. Peut-on prévoir le sucre melasse a partir de dosages simples effectues sur betteraves?

Sucrierie francaise, **117**: 437-48.

Draycott P., Townshend C., Fisher S. & Johnson P. 2003. Sugar Beet Production in Nitrate Vulnerable Zones. *British Sugar Beet Review* 71(1): 18-19.

Haddock J.L., Smith P.B., Downie A.R., Alexander J.T., Easton B.E. & Jensen V. 1959. The influence of cultural practices on the quality of sugar beets. *J. Am. Soc. Sugar beet Technol.* 10: 290-301.

Hachimi, I. 1985. Observations sur les incidences de certains facturs agronomiques sur la qualite technologique de la betterave sucriere. *Sucrierie maghrebine*, **42**: 20-30.

Harvey, C. W. and Dutton, J. V. 1993. Root quality and processing. In: *The sugar beet crop: Science into practice* (eds. D. A. Cooke & R. K. Scott), pp. 571-617. London: Chapman & Hall.

Honarvar, M and Alimoradi, I. 2003. Factor affecting quality of sugar beet at semi- arid areas of isfahan. *Proceedings of the 1st joint IIRB – ASSBT Congress*, 26th Feb.-1st March, San Antonio USA, 597- 601.

Huijbregts, A.W.M., Glattkowski, H., Hovghton, b.j. and Hadjiantoniov, D. 1996. Effect of agronomic factors on parameters used in formulas to estimate extractable sugar in sugar beets. *Proceedings of the 59th Winter Congress of the International Institute for Sugar Beet Research*, Brussels, 353-368.

Marlander, B., Glattkowski, H. and Buchholz, K. 1996. Development of a formula to estimate the technical quality of sugar beet in Germany. *Proceedings of the 59th Winter Congress of the International Institute for Sugar Beet Research*, Brussels, 343-352.

Reinefeld, E., Emmerich, A., Baumgarten, G., Winner, C. and Beiss, U. 1974. Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. *Zucker*, **27**: 2-15.

Smed, E., Huijbregts, A. W. M., Hadjiantoniou, D. & Vallini, G. 1996. Influence of agronomic factors on non conventional parameters of the internal quality of sugar beet. *Proceedings of the 59th Winter Congress of the International Institute for Sugar Beet Research*, Brussels, 385-389.

Vukov, K. 1977. Physics and Chemistry of Sugar Beet in Sugar Manufacture. Elsevier, Amesterdom. 595pp.